ChinaXiv合作期刊

心理学报 2022, Vol. 54, No. 2, 141−153
Acta Psychologica Sinica
© 2022 中国心理学会
https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2022.00141

chinaXiv:202303.08399v1

母亲敏感性与婴儿气质、注意对学步儿执行功能影响的交互作用：一项两年的追踪研究*

张　青[1,2,3]　王争艳[1]

([1]首都师范大学心理学院, 儿童发展研究中心, 北京市"学习与认知"重点实验室, 北京 100048)
([2] 中国科学院心理研究所, 北京 100101) ([3]中国科学院大学心理学系, 北京 100049)

摘　要　为同时探究外部因素与内部因素对学步儿执行功能的影响, 对 163 对母婴进行追踪测量。婴儿 6 个月时根据母婴自由互动录像编码母亲敏感性; 使用最长注视时长范式测量婴儿注意特征; 使用母亲报告的《婴儿行为问卷—修订短版》测量婴儿气质; 24 个月时使用多位置寻找任务、形状 Stroop 任务、逆转分类任务、延迟满足任务测量学步儿执行功能。结果发现：(1)婴儿 6 个月最长注视时长能够显著正向预测 24 个月的多位置寻找与延迟满足任务得分。(2)母亲敏感性能够正向预测气质外向性低的婴儿 24 个月时的逆转分类任务表现, 对气质外向性高的婴儿 24 个月时的逆转分类任务表现的预测不显著。(3)母亲敏感性能够正向预测最长注视时长更长的婴儿 24 个月时的形状 Stroop 任务得分; 负向预测最长注视时长更短的婴儿 24 个月时的形状 Stroop 任务得分。研究发现了针对不同特征的婴儿, 母亲的养育敏感性对学步儿执行功能影响的差异, 这对早期教育应该如何"因材施教"有所启示。

关键词　母亲敏感性, 气质, 注意, 执行功能, 学步儿
分类号　B844

1　引言

执行功能(Executive Function)作为自上而下的认知调节的描述, 最早出现于神经心理学领域中对额叶皮层损伤的病人所出现的一些神经心理缺陷的诊断(Luria, 1966; Nigg, 2016)。对儿童与成人的执行功能的研究中, 执行功能被概括性的定义为一系列与前额叶皮层有关的特定领域的认知能力, 包括(a)抑制优势习惯或冲动的能力(或"抑制控制"), (b)保存更新信息的能力(或"工作记忆"), (c)任务转换的能力(或"认知灵活性") (Devine et al., 2019)。但从执行功能早期萌芽与发展的角度, 前人探讨 3 岁前儿童执行功能各成分的研究十分有限(吴慧中, 王明怡, 2015), 对执行功能早期影响因素的研究也有待进一步深入(Wiebe et al., 2008; Wiebe et al., 2011)。

生物成熟说认为, 遗传为执行功能提供了发育发展的基因基础, 而在出生前后, 新生儿前额皮层的快速发展则是执行功能发育的神经学基础(Bell et al., 2007)。与之相反, 社会文化观认为, 年幼儿童的执行功能发展依赖于父母的脚手架行为, 更依赖于父母提供认知支持以及情绪支持(Vygotsky, 1978; Cheng, 2017; Leerkes et al., 2011)。Lewis 和 Carpendale (2009)也提出, 执行功能的研究应该考虑社会互动的影响, 儿童早期良好的养育环境、亲子互动能够促进执行功能的发展。这两种观点分别强调影响儿童执行功能发展的内部因素和外部因素, 而生态学模型结合了这两种不同的观点, 强调执行功能的发展源于生物水平和环境因素复杂的交互作用(Zelazo, 2013)。因此本研究旨在同时探究外部因素与内部因素对儿童早期执行功能的影响机制。

1.1　学步儿执行功能

纵观对执行功能早期发展的研究中, 最早对其

收稿日期: 2020-09-23
* 国家自然科学基金(31971006)、北京市科技重大专项 "脑科学与类脑研究北方科学中心" 配套(科研) (Z181100001518003)。
通信作者: 王争艳, E-mail: wangzhengyan@cnu.edu.cn

ChinaXiv合作期刊

进行测量的范式可能是经典 A 非 B 任务。随着婴儿认知能力的逐渐提高，研究者在经典 A 非 B 任务上设计出不同变式，比如多位置寻找任务。另一类测量学步儿执行功能的任务是抑制控制任务，包含 Stroop 任务、Go/NoGo 任务与延迟满足任务等。认知灵活性/定势转换任务对于学步儿来说是较为困难的任务，针对学龄前 3~5 岁儿童的维度变化卡片分类任务与针对学龄期儿童的威斯康辛卡片分类测验均不适用。研究者尝试使用更简化的刺激来测量学步儿灵活转换的能力。常见的测量方式为逆转分类任务。

随着对学步儿执行功能测量范式的研究的深入，研究者开始探讨不同的测量范式之间的相关性与一致性。与学前儿童的执行功能范式之间中度或高度的相关相反，针对 3 岁前儿童的执行功能范式间的相关似乎更低。Carlson 等人(2004)的研究表明 2 岁的儿童在执行功能任务上的内部一致性要小于 3 岁，2 岁时执行功能的许多任务之间没有显著的相关关系，包括延迟满足任务、逆转分类任务及形状 Stroop 任务之间的相关均不显著；但是 3 岁时执行功能任务的内部一致性则较高。Kochanska 等(2000)的研究结果也与此类似，22 个月幼儿的执行功能任务的一致性要小于 33 个月。另外，对 14 个月到 18 个月的学步儿执行功能的追踪研究则发现，即使是相同的任务也没有显著的相关性(Miller & Marcovitch, 2015)。从方法论的角度来看，学步儿执行功能不同范式之间的低相关可能是学步儿语言技能缺乏、更易分心、更易转换情绪的特点造成的测量挑战。例如，与学龄期相比，特定的任务需求(如言语技能)对执行功能表现的干扰可能更大(Hendry et al., 2016)。此外，也可能是学步儿执行功能研究中使用的小样本限制了检测不同范式间相关的能力。从执行功能概念发展的角度来看，执行功能任务在生命最初几年的相关性的缺失可能反映出这样一个事实：执行功能首先以不同成分技能出现，只有在婴儿成熟后才会变得更加整合和协调。也就是说，2 岁之前不同的执行功能任务测量了不同的潜在能力，而这一年龄的儿童还没有开始显现协调一致的执行功能(Garon et al., 2008; Devine et al., 2019)。因此本研究旨在采用多个范式测量中国儿童学步儿时期的执行功能表现，探索性地评估早期执行功能的各个方面。

1.2 母亲敏感性与学步儿执行功能

研究表明，早期环境经历在大脑发育过程中起着重要作用(Chugani et al., 2001; de Bellis, 2001; Gunnar & Vazquez, 2006)。研究者认为，执行功能从儿童早期到青少年期的持续发展，与这一时期前额叶皮层发展的可塑性是密不可分的(Diamond, 2002)。换言之，婴儿出生后前额叶皮层具有一段较长的发育时期(Cicchetti & Cohen, 2015)，这一时期的环境经验对执行功能的发展具有重要意义(Noble et al., 2010)。比如大量研究证明，婴儿期母亲的积极养育行为与儿童较高的执行功能发展水平之间存在着显著的关联(Cuevas et al., 2014; Kraybill & Bell, 2013; Frick et al., 2019)。其中，婴儿期的母亲敏感性可能是最能反映积极养育行为的指标(Cheng et al., 2017)。

母亲敏感性是 Ainsworth 基于依恋理论提出的一个重要概念，指的是母亲理解婴儿需要并迅速恰当地回应这些需要的能力(Bernier et al., 2012)。Bowlby (1979)认为 6~9 个月是婴儿对母亲形成信任感和依恋关系的关键阶段，而母亲在照料婴儿时的敏感性是影响亲子依恋关系的重要因素之一。高敏感性母亲能够迅速意识到婴儿生理、情绪或者认知方面的需要，并能够快速对这些需要给予恰当的回应；与此相反，不敏感的母亲则更可能以不恰当的行为回应婴儿的需要、或者延迟对婴儿的回应，甚至可能忽视或拒绝儿童的需要(Ainsworth et al., 1978)。

动物研究与具有受虐待经历的儿童的研究表明，父母早期照料不足与前额叶系统发育受损之间存在联系，这种影响可能进一步导致儿童认知功能受损(Gunnar & Vazquez, 2006)。由于婴儿大脑测量的限制性，目前尚无研究直接验证母亲养育通过影响相关大脑皮层(如前额叶皮层)的发育从而影响执行功能的发展，但已有研究证实了婴儿期母亲敏感性对学步儿执行功能发展的重要意义。如 Bernier 等(2010)在婴儿 12~15 个月大时评估母亲的敏感性，在 18 个月与 26 个月时评估学步儿的执行功能，结果发现母亲敏感性只与 26 个月学步儿冲突任务的表现具有显著正相关，而与 26 个月时的多位置寻找任务、Stroop 任务没有关联，与 18 个月学步儿 A 非 B 任务、分类任务表现之间也没有关联。随后，Bernier 等(2012)进一步对 12 个月婴儿的父母积极养育与儿童 37 个月时执行能力的关系进行探讨，发现早期母亲敏感性与学步儿的维度卡片分类任务、冲突任务表现有关。Towe-Goodman 等(2014)在婴儿 7 个月与 2 岁时测量的母亲敏感性与儿童 3

chinaXiv:202303.08399v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08399v1

岁时多项执行功能范式综合得到的执行功能分数之间同样也发现了显著的正相关。以上研究表明，母亲的敏感性对促进儿童执行功能的发展具有重要意义，但 Cheng 等(2017)对中国城市儿童的一项研究，综合考察多项母亲养育指标对执行功能的影响，却没有发现 9 个月母亲敏感性与 2 岁(多位置寻找任务、逆转分类任务、延迟满足任务)、3 岁(“房子”工作记忆任务、白天黑夜任务、礼物延迟任务)学步儿执行功能之间的关系。这些不一致的结果，可能是样本文化差异所致，也可能是执行功能成分的差异或测量任务的差异所造成的，因此有必要使用更大的中国城市样本对两者关系进行进一步验证。此外，由于执行功能在早期的发展过程中，同时受到儿童自身特征的影响，这也可能是导致母亲敏感性与儿童执行功能的关系并不明朗的原因。

生物成熟说为执行功能的早期发展提供了来自个体内部的解释因素。例如，遗传为执行功能提供了发育发展的基因基础，而新生儿在出生前后，前额皮层的快速发展则是执行功能发育的神经学基础。然而对婴儿基因与神经系统的研究常常受到极大限制，发展心理学研究者试图从行为的角度去寻找能够有效预测执行功能的早期指标，其中，与遗传高度相关的早期气质特征与同样依赖于前额叶皮层发展的注意功能的研究为研究者提供了解释的新思路。

1.3　婴儿期气质与学步儿执行功能

气质(temperament)是指在反应性与自我调节方面的个体差异，是婴儿出生后表现出来的一种相对明显、稳定且持久的个体特征(Rothbart, 1981)，反映了儿童对环境的反应以及对这种反应的调节(Rothbart, 2007)。研究者认为，气质不仅包括情绪自我调节，还包括行为和注意等更广泛的领域(Rothbart et al., 2013)。Rothbart 等(2013)研究者全面追踪考察了从婴儿到儿童期个体的气质特质差异，在前人研究基础上描述了气质的三因素模型。包括外向性(Extraversion/Surgency)、消极情绪性(Negative affectivity)与调节性(Regulation)。其中外向性是婴儿对外界刺激进行积极回应的特质，消极情绪性是婴儿在日常活动中表现出的消极情绪的水平，而调节性代表了婴儿个体自我以及借助外部环境或看护者进行调节的特质，显示出更持久的发展，在生命的第三年内趋向稳定(Rothbart et al., 2000; Kochanska et al., 2000)。

婴儿早期的气质特征代表了生命早期的个体差异，与遗传高度相关，并可能影响儿童后期的自我调节(Kim & Kochanska, 2012; Rothbart et al., 2013)。已有研究证实婴儿高外向性与学步儿更好的自我调节有关(Casalin et al., 2012; Komsi et al., 2006)，而高消极情绪性则与幼儿时期较差的自我调节有关(Putnam et al., 2008; Raikes et al., 2007)。但已有研究更多关注婴儿气质与儿童情绪自我调节或行为自我调节之间的关系，而对执行功能这一认知自我调节能力的探讨较少。近年来，一部分研究者尝试探讨气质与执行功能之间的关系(Blair & Raver, 2015; Nigg, 2016)。Hendry 等(2016)指出，婴儿的气质可能对后期的执行功能发展具有预测作用。Frick 等(2018)人发现婴儿 10 个月时母亲报告的外向性与 18 个月时测量的执行功能显著正相关，而消极情绪性则没有发现与执行功能之间的相关。Devine 等(2019)评估婴儿 4 个月时母亲报告的气质−受限后沮丧与注意坚持，没有发现婴儿气质与 14 个月执行功能之间的直接关联。仅有的几项研究结果无法明确婴儿期的气质与学步儿执行功能之间的关系，因此本研究旨在以中国城市儿童为样本进一步补充验证这一方面的结果。

1.4　婴儿期注意与学步儿执行功能

执行功能作为高阶的认知和自我调节过程，与前额叶发展紧密联系，也与婴儿期的注意加工网络关系密切(Sigman et al., 1997)。研究者普遍认同，婴儿注意的差异反映了其信息处理功能的差异，如 Colombo 等(1991)根据婴儿的注视时长将婴儿划分为两种注意风格：短时观察者与长时观察者。他们认为划分为短时观察者的婴儿在处理信息时可能更倾向于运用整体加工策略，具有更快的信息加工速度，因而比长时观察者表现出更好的视觉认知记忆(Colombo, 1995; Colombo et al., 2010)。随后，研究者们发现婴儿信息加工能力可能对后期智力或执行功能具有预测作用(Sigman et al., 1997; Rose & Feldman, 1997)，但他们的研究都在儿童 11 岁或 18 岁时进行后续追踪评估，而儿童的认知在儿童期会受到来自家庭、同伴、学校等众多方面的因素影响，所以对婴儿期注意与儿童早期执行功能的研究十分必要。Cuevas 与 Bell (2014)第一次系统的探讨了 5 个月时婴儿对玩偶的注视时长与 2 岁、3 岁、4 岁的执行功能的关系，与 Colombo 等人的研究一致，他们发现短时观察者比长时观察者能够表现出更好的执行功能成绩。与此类似，Devine 等(2019)最新的一项研究使用玩具刺激的习惯化范式测量婴

ChinaXiv合作期刊

儿 4 个月时的注意风格，发现短时观察者比长时观察者在延迟反应以及三个盒子(工作记忆)等范式上表现更好。

1.5　问题提出与研究假设

综上，婴儿期母亲敏感性可能会对学步儿执行功能产生影响，而婴儿的气质与注意特征同时也发挥重要作用。然而根据儿童发展的生态系统理论，这些影响执行功能发展的内部因素与外部因素可能并不是独立地作用于儿童，而是以一定的方式共同塑造其早期发展。父母养育与婴儿特征对执行功能影响的交互作用为此提供了实证支持，例如，Conway 与 Stifter (2012)发现母亲的注意维持行为(通过言语和非言语行为来支持儿童将注意力集中在任务上)只能正向预测气质抑制型儿童(高消极情绪、低趋近性)和精力充沛型儿童(高积极情绪，高趋近性)的执行功能表现；而注意重定向行为(促使儿童将注意力从任务上转移开)能够负向预测气质抑制型儿童的执行功能表现。与此相反，另一项探讨气质与教养方式影响儿童执行功能的研究发现，母亲指导学习只能正向预测气质外向性高的儿童后期的执行功能表现；母亲有效控制只能够显著正向预测低消极情绪性的儿童后期的执行功能表现(Suor et al., 2019)。然而，这两项研究并没有聚焦母亲敏感性与儿童自身特质(气质、注意)的交互作用。另两项研究针对此进行了探讨：Rochette 与 Bernier 探讨气质困难性对母亲敏感性与儿童执行功能的调节作用，发现只有气质困难性得分高的儿童 3 岁时的执行功能水平会受到母亲敏感性的正向预测；与此类似，Frick 等(2018)发现母亲敏感性只能正向预测注意维持能力较低的或者气质外向性水平较低的婴儿后期情绪调节的水平，没有发现对执行功能预测的交互作用。但该研究只使用了皮亚杰的 A 非 B 任务评估 18 个月学步儿的执行功能水平，评估不够全面可能是没有发现相似结果的原因。

本研究使用评分更细致客观的母亲行为 Q 分类(Maternal Behavior Q-Sort, MBQS)技术对 6 个月的母婴互动录像评估母亲敏感性，并采用更适用于学步儿的多项执行功能范式评估 24 个月学步儿执行功能的不同成分，以探讨两者之间的关系。根据前人研究，母亲敏感性与学步儿执行功能之间的关联结果并不一致，这可能是因为母亲敏感性与学步儿执行功能的关系同时受到婴儿自身特质比如气质特质与注意特征的影响。因此，本研究同时收集母亲在婴儿 6 个月时报告的婴儿气质(外向性、消极情绪性、气质调节性)，并通过最长注视时长范式，测量婴儿 6 个月时对屏幕的最长注视时长，从而探讨婴儿气质与注意在母亲敏感性与学步儿执行功能的关系中的作用。假设如下：(1)母亲敏感性与婴儿气质外向性、气质调节性正向预测学步儿执行功能，婴儿的最长注视时长、消极情绪性负向预测学步儿期的执行功能。(2)影响学步儿执行功能的内部因素(注意、气质)与外部因素(母亲敏感性)之间存在交互作用：具体来说，消极情绪性高或外向性低或气质调节性得分低的婴儿或最长注视时长长的婴儿的执行功能表现，更容易受到母亲敏感性的积极影响。

2　方法

2.1　参与者

参与本研究的被试来自首都师范大学儿童发展研究中心的追踪项目，项目已通过首都师范大学心理学院伦理委员会审核。该项目始于 2015 年，通过社区医院宣传、网络报名等方式，招募 6 个月的健康婴儿及其家庭自愿参与研究。参与研究的婴儿须满足以下标准：(1)非早产(出生孕周 ≥ 37 周)；(2)出生时非低体重儿(出生体重 ≥ 2500 g)；(3)无先天性疾病；(4)母孕期无疾病及其它异常。

当这些婴儿 6 个月(T1, M = 190 天, SD = 11 天)时，有 236 个母婴对(男孩 120 名，女孩 116 名)受邀参与 T1 的实验室观察，当这些婴儿 24 个月(T2, M = 755 天, SD = 33 天)时，有 73 个家庭因搬家、忙碌或其他原因而缺席，最终纳入本研究的被试是两次均参与研究的所有母婴对共 163 对(男孩 81 名，女孩 82 名)。Little's MCAR (Missing Completely at Random)检验(Little, 1988)对主要变量的缺失值的随机性进行检验，结果发现缺失值呈完全随机分布(χ^2 (189) = 172.85, p = 0.10)。其中，主要变量的缺失率在 6.1%~15.3%之间。

卡方检验结果表明，流失的儿童与保留的儿童在性别上没有显著差异(χ^2 (1) = 0.28, p = 0.596)，独立样本 t 检验结果表明，流失的家庭与保留的家庭在父亲受教育水平(t (214) = −2.63, p = 0.009)、母亲受教育水平(t (214) = −2.88, p = 0.004)、母亲月收入(t (202) = −2.14, p = 0.034)等人口学变量上存在显著差异，在父亲月收入水平上不存在显著差异(t (211) = −1.37, p = 0.173)。

在 T1 时，调查得到母亲平均年龄为 31.99 岁，父亲平均年龄为 34.27 岁，其中 85%的母亲具有大学本科及以上学历，78%的父亲具有大学本科及以

chinaXiv:202303.08399v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08399v1

上学历。母亲收入 6000 元以下占 41.89%, 6000 元及以上且低于 10000 元占 28.80%, 10000 元及以上占 29.31%。父亲收入 6000 元以下占 17.16%, 6000 元及以上且低于 10000 元占 33.82%, 10000 元及以上占 49.02%。

2.2　研究程序

本研究共邀请参与者来实验室接受观察 2 次:

6个月(T1)时, 邀请母亲与婴儿来实验室进行7分钟的半结构母婴自由互动并根据母婴自由互动的过程录像编码母亲敏感性; 邀请婴儿参与最长注视时长范式测量婴儿注意特征; 随后母亲填写《婴儿行为问卷—修订短版》(Infant Behavior Questionnaire Revised-Short Form, IBQR-SF)及家庭基本信息情况。

24 个月(T2)时, 邀请婴儿来实验室测量 4 项执行功能任务：多位置寻找任务、形状 Stroop 任务、逆转分类任务、延迟满足任务。随后母亲填写《汉语言沟通发展量表》评价学步儿词汇表达能力。

每次实验之前父母均填写知情同意书, 实验过程中为保证被试的参与度与状态, 尽量避免儿童进食、睡眠时间, 并在中途需要的时候提供短暂休息的调整时间。

2.3　测量及研究工具

2.3.1　母亲敏感性测量

采用 Moran 等(2011)编制的母亲行为 Q 分类技术对 6 个月的母婴互动录像进行编码并评估母亲敏感性。本研究使用的是 72 个条目的修订简版(Pederson et al., 2009; 林青 等, 2014)。评估者根据录像, 判断条目内容是否符合母亲行为特征的情况并将他们分成 9 类, 每类 8 张：不符合看护者行为特点的条目归为开始的几类, 最符合看护者行为特点的条目归为最后几类, 无法评分或者不符合母亲行为的条目放在中间。根据条目分类的位置计分, 最不符合母亲行为特征的条目得 1 分, 最符合得 9 分, 最后计算母亲敏感性 Q 分数与标准的敏感性看护者 Q 分数之间的相关系数作为该母亲敏感性得分, 得分分布为−1 ~ +1。本研究由 3 个编码者编码相同的 30 个视频建立编码一致性, 编码者两两之间的内部一致性系数在 0.96~0.97 之间。

2.3.2　婴儿气质测量

当参与婴儿 6 个月时, 由母亲报告《婴儿行为问卷—修订短版》(Rothbart, 1981; Gartstein & Rothbart, 2003)。该问卷共包含 91 个条目, 分为外向性、消极情绪性和调节性 3 个维度。其中外向性由趋近性、语音反应、高强度愉悦性、微笑和大笑、活动性水平以及知觉敏感性 6 个子维度合成, 共包含 40 个条目。消极情绪性由悲伤、受限后沮丧、恐惧以及反应回落 4 个子维度合成, 共包含 25 个条目。调节性由低强度愉悦性、易逗乐性、注意坚持和易安抚性 4 个子维度合成, 共包含 26 个条目。该问卷为里克特 7 点评分, 从“从来没有”到“总是如此”分别记作 1 到 7 分, 另外 0 分代表“不适用”。排除“不适用”的条目后, 取均分作为各气质维度的得分。本研究中该问卷各维度的内部一致性系数为 0.79~0.91。

2.3.3　婴儿注视时长任务(Looking Duration task)

当婴儿 6 个月(T1)时, 使用面孔注视时长任务(Guy et al., 2013), 让婴儿坐在母亲腿上, 离电脑显示器中央约 55cm, 用电脑显示器呈现女性面部照片来让婴儿观看, 收集婴儿多次注视屏幕的时长直到婴儿累计观察时长到达 20s 或以上。用显示器后上方的摄像头对婴儿的面部进行特写拍摄。之后在实验室由研究者通过观看视频对婴儿在观察内的注视时长进行编码, 选取婴儿持续观察屏幕的最长一段注视时长作为婴儿的最长注视时长(peak look duration)。本研究由两个编码者共同编码 45 个视频建立编码一致性, 内部一致性系数为 0.95。

2.3.4　执行功能测量

当参与儿童 24 个月(T2)时, 采用以下任务测量学步儿执行功能:

多位置寻找任务(Multilocation Search task)

该任务测量的是学步儿的工作记忆(Miller & Marcovitch, 2015)。准备 6 块糖果, 8 个形状不同、大小不同的盒子。练习阶段将糖果放在其中一个盒子里, 向儿童演示打开盒子取出糖果的过程, 当儿童习得规则后进入正式试验阶段。正式试验阶段在儿童的注视之下将 6 颗糖果分别放入 6 个不同的盒子里, 用一块布将 8 个盒子均盖上并旋转, 10 秒后, 打开布让儿童寻找糖果。然后再迅速用布盖上所有盒子并同时旋转所有盒子, 直到儿童找到所有糖果或者儿童一共找了 16 次。计分：16 减去错误数。

形状 Stroop 任务(Shape Stroop task)

该任务测量的是学步儿的抑制控制(Kochanska et al., 2000)。准备 6 张图片, 其中 3 张图片展示大水果, 3 张展示与之相同的小水果, 还有 3 张图片展示一个小水果镶嵌在一个大水果中。练习阶段先同时给儿童呈现大小水果, 让儿童依次指哪个是大水果, 哪个是小水果。试验阶段给儿童呈现 3 张嵌套卡片, 然后让儿童依次指出每一个小水果。(如, 哪

ChinaXiv合作期刊

个是小苹果？指给我看看)。计分：试验阶段每次儿童指向大水果计 0 分，指向大水果后自我纠正指向小水果计 1 分，儿童若直接指向小水果则计 2 分，3 张图片分数总和作为最后得分。

逆转分类任务(Reverse Categorization task)

该任务测量的是学步儿的规则转换(Johansson et al., 2016)。准备一个大盒子、一个小盒子与 6 个大木块, 6 个小木块。练习阶段实验者示范将大木块放在大盒子里，小木块放在小盒子里，大小木块各放 3 个，然后让儿童将剩余的大木块放进大盒子里，小木块放进小盒子里，练习阶段如果儿童放错则立即纠正，等儿童学会规则之后进入正式试验。正式试验阶段要求儿童将大方块放进小盒子，小方块放进大盒子，进行 12 次，正式试验阶段对错误分类不纠正。计分：每成功完成一次记一分，最高得分 12 分。

延迟满足任务(Delay of Gratification task)

该任务测量的是学步儿的延迟满足(Kochanska et al., 2000)。实验者将具有吸引力的玩具小老虎放在无盖的透明盒子中，并跟儿童说实验者需要离开实验室，让儿童在实验者回来之前不可以自己玩小老虎。儿童坚持不玩小老虎直到实验者离开房间满 3 分钟或者儿童在 3 分钟内用手触摸小老虎，测试终止。计分：记录儿童延迟等待时间。

2.3.5 《汉语言沟通发展量表(普通话版)》

汉语言沟通发展量表(普通话版，Putonghua Communicative Development Inventory, PCDI)是 Twila Tardif (2008)在 Macarthur-Bates 沟通发展量表的基础之上制定的中国儿童语言发展量表。该量表采用父母报告法评估 8~30 个月儿童的早期语言发展水平。本研究主要采用 PCDI 的词汇表达维度测量 24 个月学步儿的表达性语言。词汇表达包含 799 个词汇，儿童会说则记 1 分，不会说计为 0，最高得分 799 分。

2.3.6 家庭基本信息调查表

通过自编家庭基本信息调查表，收集儿童出生日期，母亲年龄，父母收入水平、父母受教育程度等人口学信息。父母收入水平基于 1~7 点评分：1 = 1500 以下/月，2 = 高于等于 1500 且低于 3000/月，3 = 高于等于 3000 且低于 6000 元/月，4 = 高于等于 6000 且低于 10000 元/月，5 = 高于等于 1 万且低于 1.5 万元/月，6 = 高于等于 1.5 万且低于 2 万元/月，7 = 2 万元以上/月。父母的受教育程度基于 1~5 点评分：1 = 初中及以下，2 = 中专或高中，3 = 大专，4 = 本科，5 = 硕士及以上。

2.4 数据分析

使用 SPSS 22.0 对家庭基本信息、母亲敏感性、婴儿气质、注意特征以及执行功能等变量进行描述性统计与相关分析。然后将所有连续变量进行标准化处理，对婴儿注意与母亲敏感性、婴儿气质与母亲敏感性的交互作用进行分析。最后使用 R 对交互作用的显著区间进行分析。

3 结果

3.1 主要变量的差异检验、描述性统计与相关分析结果

对主要变量进行单因素方差分析，结果发现除了 24 个月多位置寻找任务，女生(M = 9.05)得分显著高于男孩(M = 7.68)外(F (1, 149) = 6.25, p = 0.014)，其他主要变量均不存在性别差异。

对研究变量与控制变量的描述性统计与相关分析结果如表 1 所示。结果表明，婴儿期母亲敏感性与婴儿最长注视时长呈显著正相关。没有发现母亲敏感性、婴儿气质与学步儿执行功能之间的显著相关。注视时长范式测得的最长注视时长与 24 个月的工作记忆任务(多位置寻找)、延迟满足任务表现呈显著正相关。

父母受教育水平与学步儿执行功能表现成正相关, T2 表达性语言与形状 Stroop 任务、延迟满足任务也呈现显著正相关，因此在后续研究中将其纳入控制变量。此外，由于儿童测试时日龄存在一定差异(M = 755.34, SD = 33.50)，因此后续研究也将其纳入控制。

3.2 母亲敏感性与婴儿期注意、气质对学步儿执行功能的预测作用

纳入父母受教育水平、学步儿测试日龄以及语言发展水平作为控制变量后进行回归分析，结果发现婴儿 6 个月时母亲的敏感性与婴儿气质不能直接预测学步儿期执行功能的水平；婴儿 6 个月最长注视时长对 24 个月多位置寻找任务表现的预测边缘显著($\beta = 0.19$, $p = 0.055$, $R^2 = 0.04$)；对 24 个月延迟满足任务表现预测显著($\beta = 0.26$, $p = 0.004$, $R^2 = 0.17$)。

3.3 母亲敏感性与婴儿注意、气质对学步儿执行功能影响的交互作用

本研究使用分层回归检验学步儿执行功能的早期预测因素之间的交互作用；纳入父母受教育水平、儿童日龄等人口学变量以及儿童语言发展指标作为控制变量。

chinaXiv:202303.08399v1

ChinaXiv合作期刊

表 1　主要变量的描述性统计与相关分析表

变量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. T1 母亲敏感性	1.00												
2. T1 外向性	0.01	1.00											
3. T1 消极情绪性	−0.12	0.18*	1.00										
4. T1 调节性	0.04	0.52**	−0.23**	1.00									
5. T1 最长注视时长	0.18*	0.06	−0.01	0.14	1.00								
6. T2 多位置寻找任务	0.01	0.11	0.01	0.06	0.17*	1.00							
7. T2 形状 Stroop 任务	−0.02	−0.07	−0.04	0.02	0.02	0.05	1.00						
8. T2 逆转分类任务	0.09	0.00	0.05	−0.04	−0.01	−0.01	0.03	1.00					
9. T2 延迟满足任务	0.08	0.10	0.02	0.00	0.22*	0.03	−0.04	0.03	1.00				
10. T2 日龄	0.01	−0.12	−0.03	−0.17*	−0.10	0.03	0.07	0.10	−0.13	1.00			
11. T2 语言	0.11	0.02	0.10	0.03	−0.09	−0.00	0.22*	0.03	0.15^{+}	0.05	1.00		
12. T2 母亲受教育水平	0.11	0.00	0.01	0.01	0.02	0.15^{+}	0.07	0.15^{+}	0.16^{+}	0.06	−0.02	1.00	
13. T2 父亲受教育水平	0.07	−0.09	−0.09	0.05	0.08	0.05	0.17^{+}	0.11	0.22*	0.06	0.06	0.51**	1.00
M	0.37	4.6	3.32	5.05	13.65	8.38	5.6	0.48	66.45	754.67	502.41	4.14	4.17
SD	0.2	0.71	0.75	0.65	3.44	3.44	3.78	0.33	71.21	30.92	251.43	0.81	0.82
N	153	153	153	153	145	151	140	138	150	163	154	149	154

注: $^{+}p < 0.10$, $^{*}p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$。

3.3.1　母亲敏感性与婴儿气质对学步儿执行功能的影响

将 24 个月学步儿执行功能范式表现依次作为因变量纳入分析，结果发现母亲敏感性与婴儿外向性预测 24 个月逆转分类任务的交互作用显著(β = −0.19, $t = −2.05$, $p = 0.04$)。分层回归结果如表 2。

进一步使用 J-N 法对交互作用的显著区间进行分析(见图 1)，结果发现对于气质外向性低(低于平均值 1.19 个标准差，$n = 19$)的婴儿来说，母亲敏感性能够正向预测 24 个月逆转分类任务表现(置信区间上下限范围不包含 0，simple slope > 0)，预测效应随着外向性降低而增强(外向性越低，简单斜率值越大)；而对于气质外向性处于中等到高水平的

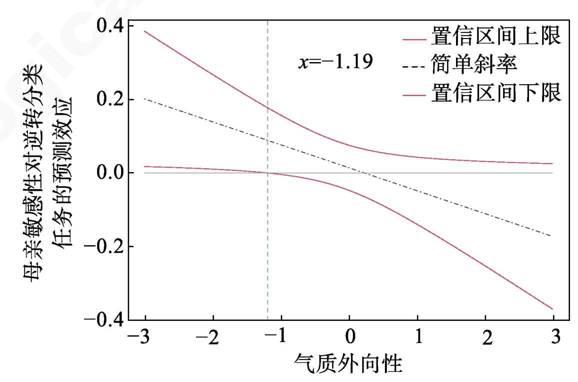


图 1　气质外向性调节母亲敏感性与逆转分类任务得分的显著区间

注：黑色点划线为简单斜率值，即母亲敏感性对 24 个月逆转分类的预测效应；上下两条红色曲线分别为 95%置信区间上限与下限(置信区间上下限不包含 0 的区间为显著性区间)；蓝色虚线为 $x = −1.19$。

表 2　母亲敏感性与气质外向性对逆转分类任务表现的预测作用

变量	第一层			第二层			第三层		
	β	*t*	*p*	*β*	*t*	*p*	*β*	*t*	*p*
儿童日龄	0.11	1.18	0.24	0.12	1.26	0.21	0.13	1.42	0.16
父亲受教育水平	−0.02	−0.17	0.87	−0.02	−0.19	0.85	−0.03	−0.27	0.79
母亲受教育水平	0.15	1.36	0.18	0.14	1.31	0.19	0.14	1.31	0.19
词汇表达	0.03	0.33	0.75	0.02	0.20	0.84	−0.001	−0.01	0.99
母亲敏感性				0.07	0.71	0.66	0.04	0.48	0.64
外向性				0.04	0.44	0.48	0.02	0.17	0.87
母亲敏感性×外向性							−0.19	−2.05*	0.04
R^2		0.031			0.037			0.072	
ΔR^2		0.031			0.006			0.035	

注: $^{+}p < 0.10$, $^{*}p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$。

chinaXiv:202303.08399v1

ChinaXiv合作期刊

婴儿来说, 母亲敏感性对 24 个月逆转分类任务表现的预测作用则不显著(置信区间上下限范围包含 0)。

3.3.2 母亲敏感性与婴儿注意对学步儿执行功能的影响

将 24 个月学步儿执行功能范式表现依次作为因变量纳入分析, 结果发现母亲敏感性与婴儿最长注视时长预测形状 Stroop 任务的交互作用显著(β = 0.28, t = 2.27, p = 0.03)。分层回归结果如表 3。

进一步使用 J-N 法对交互作用的显著区间进行分析(见图 2), 结果发现对于最长注视时长处于较高水平(高于平均值 1.93 个标准差, n = 8)的婴儿来说, 母亲敏感性能够正向预测学步儿 24 个月时的形状 Stroop 任务得分(置信区间上下限范围不包含 0, simple slope > 0), 预测效应随着最长注视时长增大而增强(最长注视时长越长, 简单斜率值越大); 而对于最长注视时长处于较低水平(低于平均值 0.74 个标准差, n = 31)的婴儿来说, 母亲敏感性能够负向预测学步儿 24 个月时的形状 Stroop 任务得分(置信区间上下限范围不包含 0, simple slope < 0), 预测效应随着最长注视时长降低而增强(最长注视时长越短, 简单斜率值的绝对值越大)。

4 讨论

本研究采用纵向追踪设计, 在婴儿 6 个月时测量母亲养育敏感性、婴儿的气质、注意功能, 从而探讨学步儿执行功能的早期预测因素, 然后进一步探讨这些内部因素与外部因素的交互作用对学步儿执行功能的影响机制。

4.1 母亲敏感性对学步儿执行功能的预测

本研究没有发现婴儿期母亲敏感性对 24 个月执行功能范式的预测作用。这与研究假设不一致, 与 Bernier 等(2010)对 26 个月学步儿研究的结果不一致, 与其他针对 3 岁、4 岁的儿童的执行功能的研究结果也不一致(Towe-Goodman et al., 2014; Frick et al., 2019)。然而, 这一结果与 Cheng 等(2017)对中国儿童的一项研究结果一致, 他们也没有发现 9 个月母亲敏感性与 2 岁、3 岁学步儿执行功能之间的关系。我们认为, 造成这一结果的原因可能有三点。第一, 样本的文化差异。一项考虑种族文化差异的研究发现欧洲裔美国人母亲在婴儿期(3~12 个月)与学步儿期(24~36 个月)的高敏感性能显著预测儿童 5 岁时 3 项执行功能任务综合得到的执行功能分数, 而在非洲裔美国人母亲中却没有发现这样的关系(Holochwost et al., 2016)。由此可见, 样本的文化差异可能是本研究结果与国外研究结果并不一致的原因。而我们的样本与 Cheng 等人(2017)的样本取自中国同一城市, 相似的文化背景与社会经济背景可能是造成我们的研究结论相一致的原因。第二, 采用的范式不同。Bernier 等(2010, 2012)发现母亲敏感性与儿童 18 个月时的 A 非 B 任务、分类任务、26 个月时的多位置寻找任务、Stroop 任务表现均没有关联, 却与 26 个月时的冲突任务、37 个月时的维度卡片分类任务、冲突任务表现有关。这表明母亲敏感性与执行功能之间的关联, 可能受到不同测量范式的影响。学步儿期是执行功能开始产生实质性变化的时期, 所以此时的执行功能还不是一个稳定的特征(Garon et al., 2008; Devine et al., 2019)。因此, 与学龄期相比, 其他非执行过程对任务执行的干扰可能更大(Hendry et al., 2016)。也就是说, 所谓的"任务不纯"问题可能会更加明显, 特定的任务需求(如理解语言指令)可能会掩盖婴儿新兴的执行功能(Clark et al., 2016)。例如本研究中, 24

表 3 母亲敏感性与婴儿最长注视时长对形状 Stroop 任务表现的预测

变量	第一层			第二层			第三层		
	β	t	p	β	t	p	β	t	p
儿童日龄	0.07	0.67	0.50	0.07	0.70	0.49	0.06	0.59	0.56
父亲受教育水平	0.06	0.49	0.63	0.06	0.51	0.61	0.08	0.66	0.51
母亲受教育水平	−0.03	−0.27	0.79	−0.03	−0.26	0.80	−0.06	−0.52	0.61
词汇表达	0.20	2.06	0.04	0.23	2.22	0.03	0.20^*	2.00	0.05
母亲敏感性				−0.06	−0.61	0.54	−0.004	−0.04	0.97
最长注视时长				0.08	0.77	0.44	−0.10	−0.76	0.45
母亲敏感性×最长注视时长							0.28	2.27^*	0.03
R^2		0.049			0.057			0.106	
ΔR^2		0.049			0.008			0.049	

注: $^+p < 0.10$, $^*p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$。

chinaXiv:202303.08399v1

ChinaXiv合作期刊

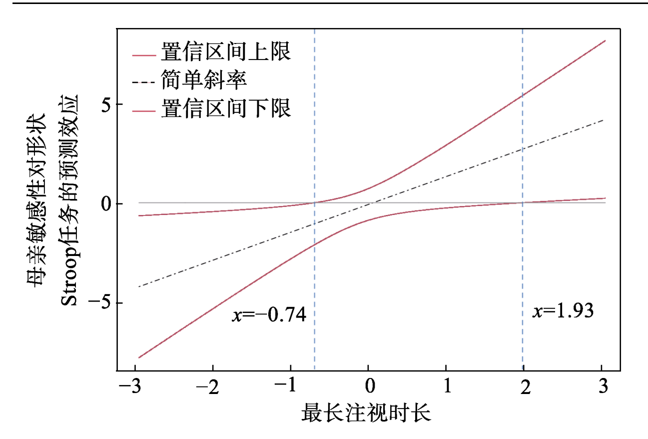


图 2　最长注视时长调节母亲敏感性与形状 Stroop 任务得分的显著区间

注：黑色点划线为简单斜率值，即母亲敏感性对 24 个月形状 Stroop 任务的预测效应；上下两条红色曲线分别为 95%置信区间上限与下限(置信区间上下限不包含 0 的区间为显著性区间)；蓝色虚线为 $x = −0.74$, $x = 1.93$。

个月的语言能力与形状 Stroop 任务、延迟满足任务呈显著正相关，而与多位置寻找任务、逆转分类任务则无显著相关，这可能是因为形状 Stroop 任务要求儿童理解“大”“小”“苹果”“香蕉”等词汇，进而进行选择反应，延迟满足任务也依赖儿童理解“主试回来之前不能摸玩具”的规则，相反，多位置寻找任务与逆转分类任务对语言技能的依赖没有另外两个范式高。第三，也是最重要的一点，母亲敏感性与学步儿执行功能之间的关联并不明确，可能是因为两者的关系受到婴儿自身特质的影响，如，婴儿气质与注意的调节作用。

4.2　婴儿气质与注意对学步儿执行功能的预测

本研究同样没有发现婴儿气质对学步儿执行功能的预测作用，这与 Devine 等(2019)研究结果一致。研究者解释这是因为气质并不一定能够直接预测儿童发展结果，而是与其他因素例如母亲养育因素产生交互作用，共同影响儿童发展。所以我们进一步验证了母亲敏感性与婴儿气质对执行功能影响的交互作用。

本研究采用注视时长范式测量婴儿在 6 个月时的最长注视时长，与研究假设相反的是，我们发现最长注视时长与学步儿工作记忆与延迟满足任务表现呈现显著正相关。这与前人的研究结果并不一致(Cuevas & Bell, 2014; Devine et al., 2019)。他们发现 5 个月或 4 个月的婴儿在自然情境中对玩具的最长注视时长与学步儿期执行功能呈现负相关。我们认为，这可能是屏幕刺激与玩具刺激的差别所造成的：首先，基于屏幕的范式往往设计成屏幕占据婴儿视野中相对较大的部分，目标刺激通常比周围环境(通常是黑暗的)亮得多，且在开始前会通过展示“叮叮”声吸引婴儿的注意，屏幕逐渐由暗变亮，这些亮度的突变可能与交感/副交感神经系统平衡的阶段变化有关，而这些在玩具游戏范式中均不存在。这些原因使得婴儿对屏幕刺激的注意程度可能会高于对玩具游戏中呈现的刺激的注意程度，玩具游戏中婴儿更容易受到各种其他环境因素的干扰。另一个造成该结果不一致的原因可能是被试婴儿年龄的差异造成的，因为研究表明从 6 个月起，婴儿的最长注视时长及注视时长中的注意维持阶段所占比例均开始发生变化(Colombo et al., 1991; Colombo, 2001)，可能内源性注意的萌芽与发展使得这个年龄测得的婴儿最长注视时长一定程度上反映了婴儿对信息的主动加工能力(Richards & Casey, 1991)。此外，选用执行功能的范式的区别也可能是造成研究结果不一致的原因之一，因为前文已经论述过，不同执行功能范式在早期的任务表现会受到不同任务需求的影响。

4.3　母亲敏感性与婴儿期气质、注意对学步儿执行功能影响的交互作用

本研究在探讨影响学步儿执行功能的内部因素与外部因素的基础上，检验了外部因素(母亲敏感性)与内部因素(注意、气质)对学步儿执行功能影响的交互作用。结果发现母亲敏感性与婴儿气质外向性影响学步儿逆转分类任务表现的交互作用显著；母亲敏感性与婴儿的最长注视时长影响学步儿形状 Stroop 任务表现的交互作用显著。

具体来看，对于气质外向性低的婴儿，母亲敏感性能够正向预测 24 个月逆转分类任务表现，而对于气质外向性高的婴儿，母亲敏感性对 24 个月逆转分类任务表现的预测作用则不显著。这与研究假设的方向一致，与 Frick 等(2018)的研究结果相似：他们发现气质外向性低的婴儿的情绪调节发展更容易受到母亲敏感性的影响，而本研究发现这类婴儿的执行功能表现也更容易受到母亲敏感性的影响。我们对此作出的解释是气质外向性低的婴儿对经验环境、奖赏刺激等具有更低的趋近动机和敏感性，因此对能力的学习和发展可能更依赖于母亲恰当的引导与支持(Conway & Stifter, 2012)。

除了婴儿母亲敏感性与婴儿气质的交互作用，本研究还发现了母亲敏感性与婴儿的最长注视时长影响学步儿形状 Stroop 任务表现的交互作用显著。然而与假设不一致的是：对于最长注视时长处于较高水平的婴儿来说，母亲敏感性能够正向预测

chinaXiv:202303.08399v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08399v1

学步儿 24 个月时的形状 Stroop 任务得分；而对于最长注视时长处于较低水平的婴儿来说，母亲敏感性能够负向预测学步儿 24 个月时的形状 Stroop 任务得分。这与 Frick 等(2018)的研究结果并不一致，他们发现母亲敏感性只能促进注意维持能力较低的婴儿后期情绪调节的发展。结果的不一致可能是衡量注意的指标不同造成的，Frick 等使用自然情境下婴儿的注意维持能力指标，结果发现对于注意维持能力低的婴儿，敏感性能有效预测执行功能的发展。母亲敏感性在这里起到的是补偿的作用。而在我们的研究中，使用最长注视时长作为婴儿注意的衡量指标，对于最长注视时长更长的婴儿来说，他们的注意加工风格是长时加工风格(Colombo et al., 1991)，这些婴儿在处理信息时可能更倾向于运用细节加工策略，对刺激的加工更全面更详细(Cuevas & Bell, 2014)，那么对于这些婴儿来说，母亲敏感性越高，越能积极有效地感知婴儿需要，与婴儿互动，并为婴儿提供适宜丰富的刺激环境，从而有效地促进学步儿执行功能的发展。而反之，对于那些最长注视时长较短的婴儿而言，她们更倾向于采用整体加工策略，对呈现刺激的加工停留在整体印象上而忽略细节信息(Cuevas & Bell, 2014)，对于这些婴儿，母亲高敏感可能并不是积极养育的一个表现，比如在母子互动中，她们可能会因为婴儿对环境刺激的低注视时长而不断给予新的玩具刺激引发婴儿注意，在这种情况下，婴儿这种整体加工的注意风格得到强化，以致于在形状 Stroop 任务中更容易加工整体信息“大苹果” “大香蕉”而忽略“小苹果” “小香蕉”等细节信息。所以，婴儿对刺激的最长注视时长高，母亲敏感性也高，才能够共同促进学步儿 24 个月时抑制控制能力的发展。

本研究发现母亲敏感性与婴儿气质的交互作用能够预测 24 个月学步儿逆转分类任务表现，而母亲敏感性与婴儿注意的交互作用能够预测 24 个月学步儿形状 Stroop 任务表现，对特定范式的预测作用可能也与不同执行功能范式依赖的任务需求不同有关。例如形状 Stroop 任务更依赖婴儿对图片的注意加工，所以婴儿注意与母亲敏感性共同影响这一任务表现，而逆转分类任务需要连续操作 6 次重复的逆转操作，可能与婴儿自身气质中的趋近性、活动性或愉悦性等特质有关，所以婴儿气质外向性与母亲敏感性共同影响这一任务表现。

本研究给予我们养育方面的启示是，对于外向性偏低或最长注视时长偏高的的婴儿来说，母亲敏感性对其执行功能发展的重要作用尤其显著，而对于最长注视时长偏低的婴儿来说，过高的敏感性对于母亲来说可能并不可取。本研究还存在以下局限：第一，探讨婴儿期注意对学步儿执行功能的预测作用时，没有收集婴儿对自然情境下玩具的最长注视时长，从而综合考察不同范式获得的最长注视时长的一致性以及对执行功能的预测作用，未来研究可以尝试补充；第二，被试样本大多来自较高的社会经济地位的家庭，因此研究结果的普适性有待验证。第三，由于被试样本特殊性，追踪过程中流失率略高，后续研究希望能够在降低流失率方面做出努力。

5 结论

本研究得到结论如下：(1)婴儿 6 个月面孔注视时长范式测得的最长注视时长能够显著正向预测 24 个月的工作记忆与延迟满足。(2)母亲敏感性能够正向预测气质外向性低的婴儿 24 个月时规则转换任务表现，而对于气质外向性高的婴儿来说，母亲敏感性对 24 个月规则转换任务表现的预测作用则不显著。(3)母亲敏感性能够正向预测最长注视时长更长的婴儿 24 个月时的抑制控制得分；而对于最长注视时长较短的婴儿来说，母亲敏感性能够负向预测学步儿 24 个月时的抑制控制得分。

参考文献

Ainsworth, M. D. S., Blehar, M. C., Waters, E., & Wall, S. (1978). *Patterns of attachment: A psychological study of the strange situation.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Bell, M. A., Wolfe, C., & Adkins-Friedman, D. (2007). Frontal lobe development during infancy and childhood. *Human Behavior, Learning, and the Developing Brain: Typical Development.*

Bernier, A., Carlson, S. M., Deschênes, M., & Matte-Gagné, C. (2012). Social factors in the development of early executive functioning: A closer look at the caregiving environment. *Developmental Science, 15*(1), 12–24.

Bernier, A., Carlson, S. M., & Whipple, N. (2010). From external regulation to self-regulation: Early parenting precursors of young children’s executive functioning. *Child Development, 81*(1), 326–339.

Blair, C., & Raver, C. C. (2015). School readiness and self-regulation: A developmental psychobiological approach. *Annual Review of Psychology, 66*, 711–731.

Bowlby, J. (1979). *The making and breaking of affectional bonds.* London: Tavistock.

Carlson, S. M., Mandell, D. J. & Williams, L. (2004). Executive function and theory of mind: Stability and prediction from ages 2 to 3. *Developmental Psychology, 40*(6), 1105–1122.

Casalin, S., Luyten, P., Vliegen, N., & Meurs, P. (2012). The structure and stability of temperament from infancy to toddlerhood: A one-year prospective study. *Infant Behavior*

ChinaXiv合作期刊

and Development, 35(1), 94–108.
Cheng, N., Lu, S., Archer, M., & Wang, Z. (2017). Quality of maternal parenting of 9-month-old infants predicts executive function performance at 2 and 3 years of age. *Frontiers in Psychology, 8,* 2293.
Chugani, H. T., Behen, M. E., Muzik, O., Juhász, C., Nagy, F., & Chugani, D. C. (2001). Local brain functional activity following early deprivation: A study of postinstitutionalized Romanian orphans. *Neuroimage, 14*(6), 1290–1301.
Cicchetti, D., & Cohen, D. J. (2015). The development of the prefrontal cortex: The maturation of neurotransmitter systems and their interactions. In *Developmental Psychopathology,* (Second Edition).
Clark, C. A. C., Chevalier, N., Nelson, J. M., James, T. D., & Espy, K. A.. (2016). I. executive control in early childhood: Executive control in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 81*(4), 7–29.
Colombo, J. (1995). On the neural mechanisms underlying developmental and individual differences in visual fixation in infancy: Two hypotheses. *Developmental Review, 15*(2), 97–135.
Colombo, J. (2001). The development of visual attention in infancy. *Annual Review of Psychology, 52*, 337–367
Colombo, J., Kapa, L., & Curtindale, L. (2010). Varieties of attention in infancy. In L. M. Oakes, C. H. Cashon, M. Casasola, & D. H. Rakison (Eds.), *Infant perception and cognition: Recent advances, emerging theories, and future directions* (pp. 3–26). New York: Oxford University Press.
Colombo, J., Mitchell, D. W., Coldren, J. T., & Freeseman, L. J. (1991). Individual differences in infant visual attention: Are short lookers faster processors or feature processors?. *Child Development, 62*(6), 1247–1257.
Conway, A., & Stifter, C. A. (2012). Longitudinal antecedents of executive function in preschoolers. *Child Development, 83*(3), 1022–1036.
Cuevas, K., & Bell, M. A. (2014). Infant attention and early childhood executive function. *Child Development, 85*(2), 397–404.
Cuevas, K., Deater-Deckard, K., Kim-Spoon, J., Watson, A. J., Morasch, K. C., & Bell, M. A. (2014). What's mom got to do with it? Contributions of maternal executive function and caregiving to the development of executive function across early childhood. *Developmental Science, 17*(2), 224–238.
de Bellis, M. D. (2001). Developmental traumatology: The psychobiological development of maltreated children and its implications for research, treatment, and policy. *Development and Psychopathology, 13*(3), 539–564.
Devine, R. T., Ribner, A., & Hughes, C. (2019). Measuring and predicting individual differences in executive functions at 14 Months: A longitudinal study. *Child Development, 90*(5), e618–e636.
Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. Stuss & R. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 466–503). New York: Oxford.
Frick, M. A., Forslund, T., & Brocki, K. C. (2019). Does child verbal ability mediate the relationship between maternal sensitivity and later self-regulation? A longitudinal study from infancy to 4 years. *Scandinavian Journal of Psychology, 60*(2), 97–105.
Frick, M. A., Forslund, T., Fransson, M., Johansson, M., Bohlin, G., & Brocki, K. C. (2018). The role of sustained attention, maternal sensitivity, and infant temperament in the development of early self-regulation. *British Journal of Psychology, 109*(2), 277–298.
Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, *134*(1), 31–60
Gartstein, M. A., & Rothbart, M. K. (2003). Studying infant temperament via the Revised Infant Behavior Questionnaire. *Infant Behavior and Development, 26*(1), 64–86.
Gunnar, M. R., & Vazquez, D. (2006). Stress neurobiology and developmental psychopathology. In D. Cicchetti & D. Cohen (Eds.), *Developmental psychopathology: Vol 2.* Developmental Neuroscience (2nd ed.; pp. 533–577). Hoboken, NJ: Wiley
Guy, M. W., Reynolds, G. D., & Zhang, D. (2013). Visual attention to global and local stimulus properties in 6-month-old infants: Individual differences and event-related potentials. *Child Development*, *84*(4), 1392–1406.
Hendry, A., Jones, E. J. H., & Charman, T. (2016). Executive function in the first three years of life: Precursors, predictors and patterns. *Developmental Review, 42*, 1–33.
Holochwost, S. J., Gariépy, J.-L., Propper, C. B., Gardner-Neblett, N., Volpe, V., Neblett, E., & Mills-Koonce, W. R. (2016). Sociodemographic risk, parenting, and executive functions in early childhood: The role of ethnicity. *Early Childhood Research Quarterly, 36,* 537–549.
Johansson, M., Marciszko, C., Brocki, K., & Bohlin, G. (2016). Individual differences in early executive functions: A longitudinal study from 12 to 36 months. *Infant and Child Development*, *25*(6), 533–549.
Kim, S., & Kochanska, G. (2012). Child temperament moderates effects of parent-child mutuality on self-regulation: A relationship-based path for emotionally negative infants. *Child Development, 83*(4), 1275–1289.
Kochanska, G., Murray, K. T., & Harlan, E. T. (2000). Effortful control in early childhood: Continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology, 36*(2), 220–232.
Komsi, N., Räikkönen, K., Pesonen, A.-K., Heinonen, K., Keskivaara, P., Järvenpää, A.-L., & Strandberg, T. E. (2006). Continuity of temperament from infancy to middle childhood. *Infant Behavior and Development*, *29*(4), 494–508.
Kraybill, J. H., & Bell, M. A. (2013). Infancy predictors of preschool and post-kindergarten executive function. *Developmental Psychobiology, 55*(5), 530–538.
Leerkes, E. M., Blankson, A. N., O'Brien, M., Calkins, S. D., & Marcovitch, S. (2011). The relation of maternal emotional and cognitive support during problem solving to pre-academic skills in preschoolers. *Infant & Child Development, 20*(6), 353–370.
Lewis, C., & Carpendale, J. I. (2009). Introduction: Links between social interaction and executive function. *New directions for child and adolescent development, 2009*(123), 1–15.
Lin, Q., Wang, Z. Y., Lu, S., Liang, X., He, Q., Wang, Z., & Hu, R. S. (2014). Internal working models of toddlers: A bridge from maternal sensitivity to toddlers' attachment Behaviors. *Acta Psychologica Sinica, 46*(3), 353–366.
[林青, 王争艳, 卢珊, 梁熙, 贺琼, 王朝, 胡若时. (2014). 从母亲的敏感性到学步儿的依恋安全性：内部工作模式的桥梁作用. *心理学报, 46*(3), 353–366.]
Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books.
Miller, S. E., & Marcovitch, S. (2015). Examining executive function in the second year of life: Coherence, stability, and relations to joint attention and language. *Developmental*

chinaXiv:202303.08399v1

ChinaXiv合作期刊

Psychology, 51(1), 101–114.
Moran, G., Pederson, D. R., & Tarabulsy, G. M. (2011). Becoming sensitive to sensitivity: Lessons learned from the development of the Maternal Behavior Q-Sort. In D.W. Davis & C. Logdson (Eds.), *Maternal sensitivity: A critical review for practitioners*. Haupauge, NY: Nova Publishers
Nigg, J. T. (2016). Annual research review: On the relations among self-regulation, self-control, executive functioning, effortful control, cognitive control, impulsivity, risk-taking, and inhibition for developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, *58*(4), 361–383.
Noble, K. G., Norman, M. F., & Farah, M. J. (2005). Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science, 8*(1), 74–87.
Pederson, D. R., Moran G., & Bento, S. (2009). Assessing maternal sensitivity and the quality of mother-infant interactions using The Maternal Behavior Q-Sort (MBQS). *Pederson-Moran MBQS Manual. (unpublished manuscript)*. Western University at Ontario, Canada.
Putnam, S. P., Rothbart, M. K., & Gartstein, M. A. (2008). Homotypic and heterotypic continuity of fine-grained temperament during infancy, toddlerhood, and early childhood. *Infant and Child Development, 17*(4), 387–405.
Raikes, H. A., Robinson, J. L., Bradley, R. H., Raikes, H. H., & Ayoub, C. C. (2007). Developmental trends in self-regulation among low-income toddlers. *Social Development, 16*(1), 128–149.
Richards, J. E., & Casey, B. J. (1991). Heart rate variability during attention phases in young infants. *Psychophysiology*, *28*(1), 43–53.
Rochette, È., & Bernier, A. (2016). Parenting and preschoolers' executive functioning: A case of differential susceptibility? *International Journal of Behavioral Development, 40*(2), 151–161.
Rose, S. A., & Feldman, J. F. (1997). Memory and speed: Their role in the relation of infant information processing to later IQ. *Child Development, 68,* 630–641.
Rothbart, M. K. (1981). Measurement of temperament in infancy. *Child Development, 52*(2), 569–578.
Rothbart, M. K. (2007). Temperament, development, and personality. Current *Directions in Psychological Science, 16*(4), 207–212.
Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., & Evans, D. E. (2000). Temperament and personality: Origins and outcomes. *Journal of Personality & Social Psychology, 78*(1), 122–135.
Rothbart, M. K., Ellis, L. K., & Posner, M. I. (2013). Temperament and self-regulation. In K. D. Vohs & R. F. Baumeister (Eds.), *Handbook of self-regulation, second edition: Research, theory, and applications*. New York: Guilford Press.
Sigman, M., Cohen, S. E., & Beckwith, L. (1997). Why does infant attention predict adolescent intelligence?. *Infant Behavior & Development, 20*(2), 133–140.
Suor, J. H., Sturge-Apple, M. L., Davies, P. T., & Jones-Gordils, H. R. (2019). The interplay between parenting and temperament in associations with children's executive function. Journal of family psychology, *33*(7), 841–850.
Towe-Goodman, N. R., Willoughby, M., Blair, C., Gustafsson, H. C., Mills-koonce, W. R., & Cox, M. J. (2014). Fathers' sensitive parenting and the development of early executive functioning. *Journal of Family Psychology, 28*(6), 867–876.
Tardif, T., Fletcher, P., Zhang, Z. X., & Liang, W. L. (2008). *Chinese Communicative Development Inventories (Putonghua and Cantonese versions): User's Guide and Manual*. Beijing, China: Peking University Medical Press.
[Twila Tardif. (2008). *汉语沟通发展量表使用手册: 普通话及广东话版本*. 北京大学医学出版社.]
Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
Wiebe, S. A., Espy, K. A., & Charak, D. (2008). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Developmental Psychology*, *44*(2), 575–587
Wiebe, S. A., Sheffield, T., Nelson, J. M., Clark, C. A., Chevalier, N., & Espy, K. A. (2011). The structure of executive function in 3-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology, 108*(3), 436–452.
Wu, H. Z., & Wang, M. Y. (2015). The Developmental Characteristics of Executive Functions and the Influence of Verbal Ability on Children Aged 2 to 3. 5 Years Old. *Psychological Development and Education, 31*(6), 654–660.
[吴慧中, 王明怡. (2015). 2~3.5 岁儿童执行功能发展特点及其言语能力的影响. *心理发展与教育, 31*(6), 654–660.]
Zelazo, P. D. (2013). Developmental psychology: A new synthesis. In P. D. Zelazo (Ed.), *The Oxford handbook of developmental psychology* (Vol. 1, pp. 3–12). New York, NY: Oxford University Press.

The interplay of maternal sensitivity and infant temperament and attention in predicting toddlers' executive function: A two-year longitudinal study

ZHANG Qing[1,2,3], WANG Zhengyan[1]

([1] *Department of Psychology, Center for Child Development, Learning and Cognitive Key Laboratory, Capital Normal University, Beijing* 100048, *China*) ([2] *Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100101, *China*)
([3] *Department of Psychology, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100049, *China*)

Abstract

Executive Function (EF), proven to be linked to the prefrontal cortex, refers to a set of higher-order cognitive and self-regulatory processes. These processes include (a) inhibition, the ability to intentionally suppress prepotent impulses or habits; (b) working memory, the ability to hold multiple things in the mind at

chinaXiv:202303.08399v1

ChinaXiv合作期刊

once while mentally manipulating one or more of them; and (c) cognitive flexibility or shifting, the capability to switch between tasks. However, little attention has been given to predictors of EF across the first two years of life. A principal limitation of this is a methodological challenge, due to toddlers' limited sustained attention, poor language competence, and labile emotional state. Accordingly, in this study, we aimed to examine developmental intrinsic factors (infant attention and temperament) and the caregiving environment (maternal sensitivity) in infancy as possible predictors of EF in toddlerhood. By estimating specific contributions and interaction effects, we aimed to expand the knowledge on early mechanisms behind the development of EF in toddlerhood from an intrinsic and environmental perspective.

At six months (T1, n = 236), infants and mothers visited Center for Child Development for the assessment of maternal sensitivity and infant attention. Mothers completed questionnaires on infant temperament. Maternal sensitivity was evaluated by observing the free, interactive process between mother and children at six months. Infant temperament was assessed by mothers reporting data using the Infant Behavior Questionnaire Revised-Short Form (IBQR-SF), and infant attention was assessed using a Screen Look Duration task at six months. At 24 months (T2, n = 191), the children returned to the laboratory with an accompanying parent for an assessment battery of EF tasks, including Multilocation Search, Shape Stroop, Reverse Categorization, and Delay of Gratification tasks.

The results indicated that: (1) Peak look duration could predict working memory task and delay of gratification task performance at 24 months. This provides empirical support for the hierarchical framework of EF development, advocating early attention as a foundation for the development of EF. (2) High levels of maternal sensitivity significantly predicted better EF performance among children with low levels of surgency in infancy. However, there was no link between maternal sensitivity and EF among children with medium to high levels of surgency in infancy. (3) Interaction effects suggested that maternal sensitivity positively predicted EF performance among children with high levels of peak look duration in infancy. However, maternal sensitivity negatively predicted EF performance among children with low levels of peak look duration in infancy.

Overall, our findings indicate the importance of intrinsic and extrinsic factors in the development of EF in toddlers and provide key insights about parenting. For infants with a lower level of surgency or longer peak look duration, maternal sensitivity positively predicted EF performance in toddlerhood. However, for infants with shorter peak look duration, excessive maternal sensitivity may not be desirable.

Key words　maternal sensitivity, temperament, attention, executive function, toddler

chinaXiv:202303.08399v1

Acta Psychologica Sinica